

пр. № 56-56-ОК/Х-23-2488

**Техническое задание на проектирование,  
изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными  
энергетическими, кавитационными и прочностными  
характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.**

## Оглавление

1. Общие положения. ....	3
2. Назначение проекта. ....	3
3. Цель проекта. ....	3
4. Стадии и этапы выполнения работ, и сроки их выполнения. ....	3
5. Исходные данные ГЭС и гидротурбины с существующим рабочим колесом. ....	4
6. Требования к конструкции гидротурбинного оборудования. ....	5
7. Основные нормативные документы. ....	6
8. Технические характеристики гидротурбины с новым рабочим колесом. ....	7
9. Требования безопасности. ....	8
10. Требования к надежности. ....	8
11. Требования по монтажу и эксплуатации. ....	8
12. Требования к маркировке и упаковке. ....	9
13. Требования к транспортированию и хранению. ....	9
14. Комплектность поставки. ....	9
15. Материальные ресурсы и документы, предоставляемые Заказчиком. ....	11
16. Порядок приемки и контроля. ....	11
17. Перечень документации передаваемой Заказчику. ....	12
18. Гарантии Поставщика. ....	14

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

## **1. Общие положения.**

Техническое задание (ТЗ) составлено для разработки, изготовления, поставки и приемки рабочих колес радиально осевого типа. Разработка проектной документации должна вестись с учетом существующих строительной части здания Красноярской ГЭС, проточной части, существующего оборудования турбины (облицовки и закладные части, направляющий аппарат, сервомоторы, вал турбины, направляющий подшипник, неподвижное нижнее лабиринтное уплотнение и другие рабочие механизмы).

В случае необходимости незначительной доработки существующего оборудования турбины, сопряженной с заменой рабочего колеса на новое, проект рабочего колеса должен быть дополнен проектом доработки, включающим все необходимые для этого технологические решения.

Спроектированное рабочее колесо должно соответствовать требованиям действующих стандартов, правил, норм, регламентов эксплуатации и техники безопасности, действующих в РФ и требованиям завода-изготовителя гидротурбины. Во всем, не оговоренном в настоящем Техническом задании, проект гидротурбинного оборудования должен соответствовать требованиям стандартов и нормативно-технических документов в соответствии с п. 7 настоящего Технического задания.

## **2. Назначение проекта.**

Основным назначением проекта является замена существующих рабочих колес гидротурбин Красноярской ГЭС на новые рабочие колеса с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками. Гидротурбина предназначена для привода синхронного генератора СВФ2-1690/185-64 - УХЛ4 мощностью 500 МВт (590 МВА).

## **3. Цель проекта.**

Красноярская ГЭС установленной мощностью 6 000 МВт расположена на р. Енисей, г. Дивногорск, Российская Федерация. Всего на ГЭС установлено 12 вертикальных гидроагрегатов с радиально-осевыми турбинами. Гидротурбины РО 697-ВМ-750 гидроагрегатов ст. №1, ст. №3, ст. №4, ст. №7, ст. №8, ст. №11, ст. №12, поставки ПО «Ленинградский Металлический завод» (ныне ОАО «Силовые машины») находятся в эксплуатации с 1967-1971 годов.

В настоящее время указанные гидротурбины Красноярской ГЭС отработали более 50 лет, на агрегатах отмечается повышенный износ элементов рабочих колес и повышается риск ресурсопределяющего отказа, в связи с чем, планомерно производится замена рабочих колес на новые с целью повышения надежности и безопасности эксплуатации, а также экономической эффективности оборудования.

В период с 2018 года по 2023 год произведена замена гидротурбины РО 697-ВМ-750 на гидравлическую турбину марки РО 115/5060 – В – 750 на гидроагрегатах ст. №2, ст. №5, ст. №6, ст. №9, ст. №10. На гидроагрегатах ст. №1, ст. №3, ст. №11 замена гидротурбин на турбину марки РО 115/5060 – В – 750 будет произведена в период 2023-2025 годов (одно рабочее колесо изготовлено и доставлено на объект, еще два находятся в стадии изготовления).

Для завершения модернизации всех 12-ти гидроагрегатов требуется замена гидротурбин РО 697-ВМ-750 на новые на четырех гидроагрегатах ст. №4, ст. №7, ст. №8, ст. №12.

## **4. Стадии и этапы выполнения работ, и сроки их выполнения.**

### **4.1. Стадии и этапы работ**

#### **4.1.1. Предпроектное обследование существующей проточной части.**

4.1.2. Проведение Поставщиком комплекса натурных испытаний гидроагрегатов (вибрационных, индексных, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) на существующей гидротурбине с предоставлением отчета Заказчику через два месяца после проведения испытаний.

#### **4.1.3. Разработка проектной документации:**

##### **4.1.3.1. Проведение CFD-анализа и предоставление отчета о результатах.**

4.1.3.2. Разработка Поставщиком проектно-конструкторской и технической документации на замену рабочего колеса.

4.1.4. Изготовление гидротурбинного оборудования, монтажных приспособлений и специального инструмента.

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

4.1.5. Поставка гидротурбинного оборудования.

4.1.6. Шеф-надзор за процессом монтажа, входящего в объем поставки по настоящему Техническому заданию.

4.1.7. Шеф-надзор за пусконаладочными работами и комплексным опробованием.

4.1.8. Проведение Поставщиком натурных испытаний гидроагрегатов (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом для определения гидромеханических характеристик, проверок гарантий регулирования при различных напорах с целью проверки эффективности модернизации гидротурбинного оборудования и определения оптимальной эксплуатационной зоны работы модернизированной гидротурбины с уточнением значений линий ограничения по мощности между зонами при различных напорах, с ограничением по времени эксплуатации.

4.1.9. Ввод в гарантийную эксплуатацию.

4.1.10. Проведение натурных энергетических (гарантийных) испытаний Сторонней организацией по усмотрению Заказчика (с участием представителей Поставщика) на соответствие заявленных гарантийных характеристик гидротурбинного оборудования (КПД, мощность) в течение гарантийного срока эксплуатации.

4.1.11. По результатам проведения комплекса натурных и натурных энергетических (гарантийных) испытаний на первой, введенной в эксплуатацию гидротурбинной установке, при необходимости доведения технических характеристик до требований технического задания, по согласованию с Заказчиком.

4.1.12. На основании заводских эксплуатационных характеристик турбины РО 115/5060 – В – 750 и данных проведенных натурных испытаний гидроагрегатов с новыми рабочими колесами выполнить необходимые расчёты и разработать в графическом и в табличном виде эксплуатационную и расходную характеристики агрегатного блока (турбина РО-115/5060-В-750 и генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4) для напора брутто в соответствии с заданием (Приложение №1 к данному техническому заданию).

4.2. Сроки выполнения работ

4.2.1. Подрядчик предоставляет Заказчику на согласование календарный график на выполнение работ на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес гидротурбин и гидротурбинного оборудования.

4.2.2. Передача Заказчику эксплуатационной документации в соответствии с требованиями раздела 17 настоящего Технического задания.

4.2.3. Сроки проведения комплекса натурных испытаний Поставщиком – по соглашению Сторон, но не позднее завершения первого года гарантийной эксплуатации. Предоставление отчета о результатах комплексных испытаний через 2 месяца после их проведения.

4.2.4. Сроки исполнения пунктов 4.1.5 – 4.1.7 настоящего Технического задания определяются графиками производства монтажных работ, утвержденными Заказчиком и согласованными с Поставщиком и монтажной организацией.

4.2.5. Срок начала гарантийной эксплуатации отсчитывается с даты подписания двухстороннего Акта о вводе каждого гидроагрегата в эксплуатацию.

4.2.6. Срок проведения натурных энергетических (гарантийных) испытаний с участием Поставщика – по соглашению Сторон, но не позднее завершения первого года гарантийной эксплуатации.

4.2.7. Срок выполнения пункта 4.11.12 настоящего Технического задания – шесть месяцев после проведения Поставщиком натурных испытаний первого гидроагрегата с новым рабочим колесом по п. 4.1.8.

## 5. Исходные данные ГЭС и гидротурбин РО 697-ВМ-750 с существующим рабочим колесом.

Таблица 1

5.1	Количество агрегатов на ГЭС	шт.	4 *
5.2	Уровни верхнего бьефа		
	- ФПУ	м	245,0
	- НПУ		243,0
	- УМО		225,0



Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

5.3	Напоры нетто - максимальный - расчетный - минимальный	м	100,5 93 76
5.4	Тип гидротурбины		РО
5.5	Мощность гидротурбины номинальная при расчетном напоре	МВт	508
5.6	Номинальная частота вращения	об/мин	93,75
5.7	Направление вращения, если смотреть со стороны генератора		правое (по часовой стрелке)
5.8	Высота отсасывания при мощности 508 МВт и напоре 93 м; При напоре 100,5	м	минус 2,8 минус 3,5
5.9	Максимальное осевое гидравлическое усилие, не более	тс	1200
5.10	Диаметр рабочего колеса	мм	7500
5.11	Число лопастей	шт	14
5.12	Максимальный КПД гидротурбины (исходное значение)	%	94
5.13	Масса рабочего колеса без конуса	кг	237900
5.14	Эксплуатация в режиме синхронного компенсатора		предусмотрена

\* Количество гидроагрегатов на ГЭС – 12 шт. До 2025 года гидротурбины РО 697-ВМ-750 будут заменены на гидравлическую турбину марки РО 115/5060 – В – 750 на 8-ми гидроагрегатах. Требуется замена гидротурбин РО 697-ВМ-750 на новые на четырех гидроагрегатах ст. №4, ст. №7, ст. №8, ст. №12

## 6. Требования к конструкции гидротурбинного оборудования.

6.1. Проектируемое и поставляемое оборудование будет входить в состав существующей гидротурбины и должно соответствовать настоящему Техническому заданию и требованиям конструкторской документации завода-изготовителя существующего оборудования гидротурбины.

6.2. Тип гидротурбинной установки - вертикальная радиально-осевая (Френсиса) с опорой подпятника на крышку турбины.

6.3. Объем проектируемого и поставляемого оборудования указан в разделе 14 настоящего технического задания.

6.4. Требования к конструкции рабочего колеса.

Рабочее колесо должно быть цельносварным.

Лопасть, ступица и обод рабочего колеса должны изготавливаться из нержавеющей высокопрочной кавитационно-стойкой стали.

Материал рабочего колеса должен позволять осуществлять ремонт и заварку кавитационных повреждений без сопутствующего подогрева и без разборки агрегата.

Формообразование лопастей, ступицы и нижнего обода определяется Поставщиком, при условии обеспечения высокого качества материала и заготовок.

Рабочее колесо должно иметь элементы лабиринтных уплотнений по ступице и ободу, выполненные за одно целое с рабочим колесом. Элементы подвижной части лабиринтного уплотнения определяются проектом. Верхнее неподвижное кольцо лабиринтного уплотнения и нижнее кольцо направляющего аппарата с нижним лабиринтным уплотнением должны изготавливаться из углеродистой стали.

Рабочее колесо после сварки должно пройти термообработку, а после окончательного изготовления статическую балансировку.

Соединение рабочего колеса с существующим валом турбины должно осуществляться новыми болтами и гайками М160.

Разгрузка осевого гидравлического усилия должна осуществляться через разгрузочные отверстия в ступице рабочего колеса.

В конструкции рабочего колеса должны быть учтены требования к его ремонтпригодности без разборки гидроагрегата.

Отверстия фланцевого соединения рабочего колеса с валом турбины должны быть выполнены с припуском для совместной обработки с валом на ГЭС в процессе монтажа.

6.5. Вал гидротурбины.

Вал гидротурбины используется существующий. Совместная обработка отверстий во фланцах вала

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

и ступицы рабочего колеса должна быть выполнена при монтаже.

#### 6.6. Нижнее кольцо направляющего аппарата.

На верхней поверхности нижнего кольца направляющего аппарата в зоне расположения лопаток выполнить специальный паз под установку в нем уплотнений нижнего торца пера лопаток. Уплотнение должно фиксироваться прижимными планками при помощи винтов.

Разгрузка нового рабочего колеса на причале и перенос рабочего колеса при монтаже осуществляется имеющимися на Красноярской ГЭС подъемными сооружениями и приспособлениями (траверса г/п 250 тонн).

### 7. Основные нормативные документы.

7.1 Группа стандартов «Система разработки и постановки продукции на производство» ГОСТ Р 15.000-94 «Основные положения».

7.2 ГОСТ 15.005-86 «Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации».

7.3 ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения».

7.4 ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».

7.5 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

7.6 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».

7.7 ГОСТ 2.314-68 ЕСКД. «Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий».

7.8 ГОСТ 14192-96 «Маркировка грузов».

7.9 ГОСТ 23170-78 «Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования».

7.10 ГОСТ 10198-91 «Ящики деревянные для грузов свыше 200 до 20000 кг. Общие технические условия».

7.11 ГОСТ 2991-85 «Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия».

7.12 ГОСТ 9.014-78 ЕСЗКС Временная противокоррозионная защита. Общие требования.

7.13 ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.

7.14 ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

7.15 ГОСТ Р 56512-2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

7.16 ГОСТ 23956-80 Турбины гидравлические. Термины и определения.

7.17 ГОСТ 27528-87 Турбины гидравлические поворотно-лопастные, радиально-осевые. Типы. Основные параметры.

7.18 ГОСТ 28842 — 90 Турбины гидравлические. Методы натурных приёмочных испытаний.

7.19 ГОСТ 27807-88 Турбины гидравлические вертикальные. Технические требования и приёмка.

7.20 СО 34.31.401 — 2002 (РД 153 — 34.2 — 31.401 — 2002) Типовые технические требования к гидротурбинному оборудованию, поставляемому заводами-изготовителями на ГЭС.

7.21 ГОСТ Р 55260.3.1-2020 Гидроэлектростанции. Часть 3-1. Гидротурбины. Технические требования к поставке.

7.22 ПТЭ Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Утверждены приказом Минэнерго РФ № 1070 от 04.10.2022.

7.23 СТО 70238424.27.140.001-2011 «Гидроэлектростанции. Методики оценки технического состояния основного оборудования».

7.24 СТО 17330282.27.140.018-2008 «Гидротурбинные установки. Условия поставки. Нормы и требования».

7.25 ГОСТ Р 55562-2022 (МЭК 60609-1:2004) «Турбины гидравлические, насос-турбины и насосы гидроаккумулирующих электростанций. Оценка кавитационной эрозии. Часть 1. Оценка в реактивных турбинах, насос-турбинах и насосах гидроаккумулирующих электростанций», модифицированный по отношению к международному стандарту МЭК 60609-1:2004 «Турбины гидравлические, гидроагрегаты гидроаккумулирующих электростанций и турбонасосы. Оценка кавитационной эрозии. Часть 1. Оценка в реактивных турбинах, гидроагрегатах ГАЭС и турбонасосах».

7.26 Публикация МЭК «Турбины гидравлические, гидроагрегаты ГЭС и турбонасосы. Полевые приемочные испытания для определения пропускной способности (IEC 60041, 1991 с изменениями от 1996 года)».

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

7.27 РД 153-34.2-31.302-2001 «Методические указания по проведению натурных испытаний гидротурбинных агрегатов при вводе их в эксплуатацию на ГЭС».

7.28 ГОСТ 2.104-2006 «Единая система конструкторской документации».

7.29 РД 108.023.115-87 «Нормы допускаемых напряжений в основных деталях вертикальных гидравлических турбин».

## 8. Технические характеристики гидротурбины с новым рабочим колесом.

8.1 Гидротурбина с новым рабочим колесом должна иметь следующие технические характеристики:

Таблица 2

8.1.1	Напоры нетто - максимальный - расчетный - минимальный	м	100,5 93 76
8.1.2	Тип гидротурбины	-	РО
8.1.3	Мощность гидротурбины номинальная при расчетном напоре, не менее	МВт	508
8.1.4	Частота вращения - номинальная - разгонная	об/мин	93,75 180
8.1.5	Направление вращения, если смотреть со стороны генератора	-	правое (по часовой стрелке)
8.1.6	Потребная высота отсасывания при мощности 508 МВт и напоре 93 м, не менее	м	минус 2,8
8.1.7	Полное максимальное осевое усилие от массы вращающихся частей турбины и давления воды не более	тс	1830
8.1.8	Максимальный КПД гидротурбины, не менее	%	96,7
8.1.9	Максимальная масса рабочего колеса, не более	тонн	240
8.1.10	Эксплуатация в режиме синхронного компенсатора	-	предусмотрена

8.2 Рабочее колесо должно иметь минимальный кавитационный унос металла во всем допустимом диапазоне работы. Унос металла с рабочего колеса за 8000 часов не должен превышать 24,5 кг. Контроль осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 55562-2022 (МЭК 60609-1:2004).

Требуемая мощность на валу гидротурбины должна достигаться без реконструкции проточной части турбины и ее элементов, включая узлы гидротурбинного оборудования.

Поставщик должен провести обследование тракта существующей гидротурбины, в целях определения возможности его надежной и безопасной эксплуатации с новым рабочим колесом. По результатам обследований и анализа Поставщик выдает отчет по предпроектному обследованию.

На стадии проектирования Поставщик предоставит отчет по результатам CFD-анализа с новым рабочим колесом в обоснование предлагаемых КПД и мощности турбины. На основании расчета должна быть представлена прогнозная эксплуатационная характеристика.

Турбина должна обеспечивать работу в диапазоне мощности от нуля до максимально разрешенной при заданных эксплуатационных напорах. Предварительные зоны ограничения работы по мощности при заданных эксплуатационных напорах должны быть отражены на эксплуатационной характеристике турбины с новым рабочим колесом. Новое рабочее колесо должно обеспечивать максимально возможное уменьшение величины зон нерекомендуемой работы по сравнению с существующим рабочим колесом. Не допускается расширение зон нерекомендуемой работы по сравнению со старым рабочим колесом. Зоны нерекомендуемой работы должны быть установлены по результатам проведения натурных (гарантийных) испытаний с указанием скорости прохождения и продолжительности работы в этих зонах.

Поставщик должен представить результаты расчетов осевого усилия турбины, гарантий регулирования, работоспособности сервомоторов направляющего аппарата, определить вероятность увеличения нагрузки на подпятник а также, при необходимости, предложения по доработке конструкции турбины, генератора.

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

Турбина должна обеспечивать регулирование мощности при всех напорах в эксплуатационном диапазоне, при этом величины боя вала в районе турбинного и генераторного подшипников и вибрации опорных частей гидроагрегата не должны превышать допустимых значений, установленных ПТЭ ЭС РФ и Руководстве по эксплуатации. Поставщик определяет значения уставок вибрационных параметров, определяющих действие гидромеханических защит на сигнализацию и отключение гидроагрегата, для последующего их внесения Заказчиком в систему виброконтроля гидроагрегата. Окончательно значения уставок виброконтроля гидроагрегата уточняются и согласовываются с Заказчиком при первых пробных пусках и по результатам комплекса натурных испытаний.

8.3 Турбина должна обеспечивать нормальную работу во всем диапазоне напоров.

8.4 Турбина должна иметь максимально возможный уровень КПД 96,7% при мощности 430 ÷ 508 МВт и напоре нетто 93±2 метра. Ограничение мощности должно определяться открытием  $A_0$  до 600 мм при не превышении мощности турбины 508 МВт.

8.5 Гидротурбина должна допускать суммарно в течение года не менее 700 пусков и остановов, а также перевод из генераторного режима в режим синхронного компенсатора и перевод обратно в генераторный режим.

8.6 Увеличение числа оборотов турбины при сбросе нагрузки с агрегата 508 МВт должно быть не более 55%, при величине махового момента генератора не менее 187600 тм<sup>2</sup>.

8.7 Наибольшее давление в конце напорного трубопровода на отметке средней линии статора при сбросах нагрузок не должно превышать 130 метров водяного столба.

## **9. Требования безопасности.**

9.1 Проектируемое оборудование должно удовлетворять требованиям безопасности и производственной санитарии в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91.

9.2 Эквивалентный уровень звука при работе турбины с новым рабочим колесом на постоянных рабочих местах и рабочих зонах ГЭС не должны превышать 80 дБА согласно ГОСТ 12.1.003.

9.3 Вибрации деталей гидротурбины с новым рабочим колесом, работающей в установившемся режиме, не должны вызывать нарушения работоспособности оборудования (например, искажения в показаниях измерительных приборов, самоотвинчивания крепежных деталей и др.). Вибрации, передаваемые работающей в установившемся режиме гидротурбины на помещения ГЭС с постоянными рабочими местами обслуживающего персонала, не должны превышать допустимых величин по ГОСТ 12.1.012-2004 и СТО 17330282.27.140.001-2011.

9.4 Поставщик в «Руководстве по эксплуатации» должен представить регламент, содержащий требования по объемам, периодичности, видам обслуживания, контроля, диагностирования и замены крепежных изделий и элементов их стопорения, относящихся к узлам, образующих проточный тракт гидротурбины.

## **10. Требования к надежности.**

Проектируемое оборудование должно иметь показатели надежности в соответствии с ГОСТ 27807-88 «Турбины гидравлические вертикальные. Технические требования и приемка», ГОСТ Р 52260.3.1-2020 «Турбины гидравлические. Требования к поставке»,

Периодичность капитального ремонта и нормативный межремонтный ресурс должны соответствовать «Правилам организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики» (Приказ Минэнерго России от 25.10.2017 N 1013), Приложение 46:

- периодичность капитального ремонта 1 раз в 5-7 лет;
- нормативный межремонтный ресурс 32000 часов.

## **11. Требования по монтажу и эксплуатации.**

11.1. Монтаж, наладка и ввод гидротурбинного оборудования в эксплуатацию должны осуществляться монтажной организацией, выбранной Заказчиком, в соответствии с разработанной Поставщиком эксплуатационной документацией и «Программой и методикой пусковых испытаний».

11.2. Поставщик должен обеспечить шеф-монтажные работы, участие в пусконаладочных работах, пусковых испытаниях и Комплексном опробовании поставленного гидротурбинного оборудования.

11.3. Эксплуатация и ремонт гидротурбинного оборудования должны вестись в соответствии с требованиями «Руководства по эксплуатации», разработанного Поставщиком, руководствами и



Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

инструкциями на существующее оборудование и требованиями руководящих документов, действующих в отрасли. Эксплуатация в режимах, не предусмотренных эксплуатационной характеристикой, с учетом уточнений по результатам комплексных натурных испытаний, не допускается.

11.4. Устранение повреждений элементов рабочего колеса и его крепежа, в случае необходимости, производится во время выполнения регламентных работ или капитальных ремонтов. При этом применяемые материалы должны допускать заварку без подогрева и без разборки гидротурбины с последующей шлифовкой отдельных мест повреждений.

## **12. Требования к маркировке и упаковке.**

12.1. Маркирование деталей гидротурбинного оборудования должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.314-68, а также монтажно-маркировочными схемами.

12.2. Транспортная маркировка каждого грузового места должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 14192-96.

12.3. Консервация оборудования должна производиться в соответствии с требованиями технической документации Поставщика.

12.4. Оборудование, подлежащее окраске после монтажа должно отправляться на ГЭС в загрунтованном виде.

12.5. Консервация гидротурбинного оборудования должна обеспечивать возможность удаления при монтаже защитных покрытий механическим или химическим путем (с применением неядовитых растворов).

12.6. Удаление на монтаже консервирующих покрытий должно производиться без применения средств, нарушающих точность сопряжений. Консервирующие покрытия для резьбовых поверхностей должны выбираться таким образом, чтобы удаление их на монтаже производилось без применения механических средств очистки.

12.7. Каждый ящик с упакованным оборудованием должен сопровождаться упаковочным листом.

## **13. Требования к транспортированию и хранению.**

13.1. Транспортировка осуществляется Поставщиком к машинному залу (на монтажную площадку машинного зала) Красноярской ГЭС. Транспортировка должна осуществляться в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на конкретном виде транспорта.

13.2. Способ и условия транспортировки и хранения гидротурбинного оборудования, монтажных приспособлений и инструмента, а также условия и срок хранения и переконсервации поставляемого оборудования, должны быть указаны в документации Поставщика.

13.3. Срок действия консервации и переконсервации оборудования у Заказчика должны соответствовать требованиям инструкции Поставщика.

13.4. Повреждение антикоррозионного покрытия, окраски, консервации и упаковки гидротурбинного оборудования в процессе погрузки и транспортирования должны быть устранены Поставщиком сразу же после доставки.

## **14. Комплектность поставки.**

14.1. Комплектность поставляемого гидротурбинного оборудования для модернизации гидроагрегатов должна определяться в соответствии с Таблицей 3.

Таблица 3

Составные части гидротурбины	Сборочные единицы, Комплекты
Рабочее колесо	Рабочее колесо
	Верхнее неподвижное кольцо лабиринтного уплотнения
	Нижнее кольцо направляющего аппарата с нижним лабиринтным уплотнением
	Детали крепления рабочего колеса с валом турбины, верхнего неподвижного кольца лабиринтного уплотнения, нижнего кольца направляющего аппарата
	Комплект материалов для монтажа (нержавеющие электроды, клен, герметики, РТИ и т.п.)
Дополнительное оборудо-	Установка упоров лопаток направляющего аппарата

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

Составные части гидротурбины	Сборочные единицы, Комплекты
вание, монтажные приспособления и инструмент	Клапан впуска воздуха под рабочее колесо
	Клапан сливной Ø 600 из спиральной камеры
	Регулирующее кольцо направляющего аппарата
	Комплект планок опорных для регулирующего кольца в комплекте с крепежными элементами
	Комплект планок упорных для регулирующего кольца в комплекте с крепежными элементами
	Комплект втулок рычагов лопаток направляющего аппарата
	Комплект втулок нижних подшипников лопаток направляющего аппарата
	Комплект втулок средних подшипников лопаток направляющего аппарата в комплекте со стопорными винтами
	Комплект втулок верхних подшипников лопаток направляющего аппарата в комплекте со стопорными винтами
	Комплект колец опорных рычагов лопаток направляющего аппарата (черт. 2208777) в комплекте с крепежными элементами
	Комплект манжет подшипников лопаток направляющего аппарата
	Комплект колец уплотнительных верхних корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208776) в комплекте с крепежными элементами
	Комплект колец корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208775) в комплекте с крепежными элементами
	Комплект колец корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208901) в комплекте с крепежными элементами
	Герметизация валопровода
	Опорные тарелки подпятника
	Сегменты подпятника
	Направляющий подшипник турбины в комплекте с крепежными элементами, чертеж 2251946 СБ
	Уплотнение подшипника турбины
	Вкладыши турбинного подшипника
	Сегменты генераторного подшипника
	Комплект крепежных изделий для соединения крышки турбины со статором
	Комплект крепежных изделий для крышки турбины, направляющего аппарата (стыковой)
	Комплект крепежных изделий для опоры подпятника, крепления сервомоторов к опоре подпятника.
	Комплект крепежных изделий для спаривания вала турбины с ротором генератора
	Комплект крепежных изделий для спаривания вал-надставки с ротором генератора
	Комплект крепежных изделий для спаривания верхней и нижней частей вал-надставки
	Комплект крепежных изделий крышки вала из 2-х частей (черт. 2060814)
	Клапан аварийного закрытия с блоком управления аварийным золотником
	Приспособление для совместной обработки отверстий во фланцевом соединении вала и рабочего колеса с комплектом инструмента.
	Приспособление с гайковертами для затяжки крепежа фланцевого соединения вала и рабочего колеса
	Приспособление с гайковертами для затяжки крепежа фланцевого соединения вал-надставки
	Приспособление для измерения удлинения болта фланцевого соединения вала и рабочего колеса
	Приспособление для установки гайковерта на вал турбины
	Приспособление для выпресовки шпонок рычагов направляющего аппарата



Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

Составные части гидротурбины	Сборочные единицы, Комплекты
	Приспособление для выпрессовки втулок подшипников лопаток направляющего аппарата
	Приспособление для запрессовки верхнего торцевого уплотнения лопаток направляющего аппарата
	Комплект специального инструмента для монтажа (по отдельной спецификации).

14.2. Если в процессе демонтажа гидротурбинного оборудования выявится необходимость в дополнительной поставке оборудования, то оно должно быть изготовлено и поставлено Поставщиком на основании требований отдельного договора или дополнительного соглашения в согласованные сторонами сроки.

## **15. Материальные ресурсы и документы, предоставляемые Заказчиком.**

Для выполнения работ по замене поставляемого оборудования Заказчик обеспечивает:

- углеродистые сварочные электроды для монтажа оборудования в соответствии с документацией Поставщика;
- крановое оборудование маззала грузоподъемностью, которая обеспечивает монтаж поставляемого оборудования;
- стандартный инструмент, ограждения и леса, стропы грузовые, электроснабжение, сжатый воздух, кислород, ацетилен и другие энергоносители, которые могут потребоваться в процессе проведения монтажа оборудования;
- окончательную окраску оборудования, поставляемого в загрунтованном виде;
- подготовку, в согласованных с Поставщиком объемах, поверхностей элементов проточной части существующего оборудования на основании рекомендаций Поставщика и все необходимые для этого материалы.

## **16. Порядок приемки и контроля.**

16.1. Для контроля соответствия установки требованиям настоящего технического задания должны осуществляться следующие испытания:

- приемочный контроль сборочных единиц и деталей поставляемого оборудования на предприятии Поставщика;
- приемочный контроль правильности монтажа и пуско-наладочных работ по гидротурбине с новым рабочим колесом (шеф-контроль);
- комплекс натурных испытаний;
- приемочные испытания после окончания монтажных и пуско-наладочных работ (комплексное опробование в течение 72 часов);
- гарантийные испытания первой работающей турбины.

16.2. Приемочный контроль сборочных единиц и деталей поставляемого оборудования должен производиться Поставщиком для проверки соответствия качества деталей и сборочных единиц поставляемого оборудования требованиям настоящего технического задания, технической документации Поставщика, отраслевых и Государственных стандартов. Приемочный контроль отдельных узлов и сборочных единиц на предприятии-изготовителе должен производиться Поставщиком в соответствии с Программой контроля качества (ПКК) (Приложение А к настоящему Техническому заданию).

16.3. Приемочный контроль правильности монтажа и пуско-наладочных работ по гидротурбинной установке проводится Заказчиком при участии шеф-персонала Поставщика. Объем контроля устанавливается технической документацией Поставщика и согласовывается с Заказчиком.

16.3.1. Приемочные испытания

16.3.1.1. Приемочные испытания установки на ГЭС после окончания монтажных и пусконаладочных работ проводятся Заказчиком при участии Поставщика. Объем испытаний устанавливается программой и методикой.

16.3.1.2. Программа и методика приемочных испытаний составляется Поставщиком и согласовывается с Заказчиком.

16.3.1.3. Продолжительность испытаний гидротурбинной установки под нагрузкой должна быть

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

не менее 72 ч.

16.3.1.4. Гидротурбина с новым рабочим колесом считается введенной в гарантийную эксплуатацию после положительных результатов комплексного опробования и утверждения Заказчиком акта ввода модернизированного гидротурбинного оборудования в эксплуатацию, составленного приемочной комиссией с участием представителей Заказчика и Поставщика.

16.4. Натурные испытания гидроагрегатов перед приемкой оборудования в постоянную эксплуатацию.

16.4.1. Натурные испытания проводит Поставщик на каждой гидротурбине.

16.4.2. Поставщик составляет программу и методику натурных испытаний и согласовывает их с Заказчиком.

16.4.3. Натурные испытания гидроагрегатов (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом проводятся для определения гидромеханических характеристик, проверок гарантий регулирования при различных напорах с целью проверки эффективности модернизации гидротурбинного оборудования и определения оптимальной эксплуатационной зоны работы модернизированной гидротурбины с уточнением значений линий ограничения по мощности между зонами при различных напорах, с ограничением по времени эксплуатации.

16.5. Натурные энергетические (гарантийные) испытания.

16.5.1. Натурные энергетические (гарантийные) испытания на соответствие заявленных гарантийных характеристик гидротурбинного оборудования (КПД, мощность) проводятся на каждой гидротурбине в течение первого гарантийного года эксплуатации оборудования при расчетном напоре (в случае отсутствия расчетного напора сроки выполнения работ переносятся по согласованию сторон).

Если по результатам натурных (гарантийных) испытаний первого поставленного комплекта: рабочее колесо вместе с гидротурбинным оборудованием, будет установлено, что фактические характеристики гидротурбины с установленным новым рабочим колесом (КПД, мощность) ниже заявленных характеристик, базовая стоимость комплекта рабочего колеса снижается на величину корректировки стоимости в соответствии с договором и Исполнитель обязуется провести повторные натурные (гарантийные) испытания первого и второго поставленного комплекта рабочего колеса за свой счет.

16.5.2. Натурные энергетические (гарантийные) испытания проводятся с привлечением независимой Специализированной организации по усмотрению Заказчика при участии представителей Поставщика в испытаниях.

16.5.3. Организация, проводящая натурные (гарантийные) испытания, разрабатывает программу и методику испытаний и согласовывает ее с Поставщиком и Заказчиком.

16.5.4. Натурные энергетические (гарантийные) испытания проводятся в соответствии с Публикацией МЭК «Турбины гидравлические, гидроагрегаты ГЭС и турбонасосы. Полевые приемочные испытания для определения пропускной способности (IEC 60041, 1991 с изменениями от 1996 года), а также ГОСТ 28842-90 «Турбины гидравлические. Методы натурных приемочных испытаний».

16.5.5. По результатам натурных (гарантийных) испытаний составляется протокол, который подписывается представителями Специализированной организации, Заказчика и Поставщика.

16.6. Проверка кавитационного износа осуществляется на первом агрегате через 8000 часов работы в соответствии с ГОСТ Р 55562-2022 (МЭК 60609-1:2004) «Турбины гидравлические, насос-турбины и насосы гидроаккумулирующих электростанций. Оценка кавитационной эрозии. Часть 1. Оценка в реактивных турбинах, насос-турбинах и насосах гидроаккумулирующих электростанций», модифицированный по отношению к международному стандарту МЭК 60609-1:2004 "Турбины гидравлические, гидроагрегаты гидроаккумулирующих электростанций и турбонасосы. Оценка кавитационной эрозии. Часть 1. Оценка в реактивных турбинах, гидроагрегатах ГАЭС и турбонасосах".

## 17. Перечень технической документации, передаваемой Заказчику.

№ п/п	Наименование документа	Вид и количество экземпляров	Срок передачи
17.1.	Отчет по результатам предпроектного обследования существующей проточной части.	1 копия	В течение 2 мес. после проведения обследования
17.2.	Отчет по результатам комплекса натурных испытаний (вибрационных, индексных, определение	1 копия	В течение 2 мес. после проведения испытаний

Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

	перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) на существующей гидротурбине.		
17.3.	Отчет по результатам CFD-анализа	1 копия	В течение 5 мес. с даты подписания Договора
17.4.	Отчет по результатам натурных приемочных испытаний гидроагрегата (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом.	1 копия	В течение 2 мес. после проведения испытаний
17.5.	Отчет по результатам натурных испытаний гидроагрегата (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом при номинальном напоре.	1 копия	В течение 2 мес. после проведения испытаний
17.6.	Комплект эксплуатационной документации включает:		
17.6.1.	Чертеж турбины с новым рабочим колесом	3 копии с первым РК 1 копия с каждым последующим РК 2 копии	Одновременно с оборудованием  За 5 мес. до отгрузки первого РК
17.6.2.	Чертежи основных сборочных единиц поставляемого оборудования, чертежи монтажных приспособлений с детальными спецификациями	3 копии с первым РК 1 копия с каждым последующим РК 2 копии	Одновременно с оборудованием  За 5 мес. до отгрузки первого РК
17.6.3.	Инструкцию по монтажу рабочего колеса	2 копии  2 копии с каждым РК	За 5 мес. до отгрузки первого РК  Одновременно с оборудованием
17.6.4.	Руководство по эксплуатации гидротурбины с новым рабочим колесом, включающее эксплуатационную характеристику турбины, техническое описание поставляемого оборудования и требования по регламентным работам, а также результаты расчета гарантий регулирования	2 копии с каждым РК	Одновременно с оборудованием
17.6.5.	Спецификацию материалов для основных деталей проектируемого оборудования	2 копии  2 копии с каждым РК	За 5 мес. до отгрузки первого РК  Одновременно с оборудованием
17.6.6.	Инструкцию (технические указания) по сварке, наплавке кавитационных повреждений	2 копии с каждым РК	Одновременно с оборудованием
17.6.7.	Программу и методику пусковых	2 копии	За 5 мес. до отгрузки



Техническое задание на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС.

	испытаний на ГЭС	2 копии с каждым РК	первого РК Одновременно с оборудованием
17.6.8.	Карты измерений в объеме программы контроля качества	1 копия с каждым РК	Одновременно с оборудованием
17.6.9.	Уставки системы виброконтроля гидроагрегата	1 копия	В течение 2 мес. после проведения комплексных натурных испытаний после реконструкции
17.6.10.	Паспорта на поставляемое оборудование	1 Оригинал с каждым РК	Одновременно с оборудованием
17.6.11.	Документацию на комплектующие покупные изделия	1 Оригинал / копия с каждым РК	Одновременно с оборудованием

17.1. Для определения совокупной стоимости владения оборудования Поставщик в рамках проводимой процедуры конкурентного отбора должен предоставить следующую информацию:

- периодичность технического обслуживания, текущего и капитального ремонта;
- объемы технического обслуживания, текущего и капитального ремонта.
- перечень необходимых материалов для технического обслуживания, текущего и капитального ремонта;

Данная информации должна быть внесена в инструкцию по эксплуатации.

## 18. Гарантии Поставщика.

18.1. Поставщик гарантирует соответствие поставляемого оборудования требованиям настоящего Технического задания при соблюдении Заказчиком, после получения грузов, условий хранения, монтажа и эксплуатации.

18.2. Гарантийный срок эксплуатации оборудования – 36 (тридцать шесть) месяцев со дня ввода гидротурбинного оборудования в эксплуатацию, но не более 54 (пятидесяти четырех) месяцев с даты получения Заказчиком конкретного комплекта оборудования. Гарантийный период на покупные комплектующие изделия, необходимые для монтажа оборудования – 12 (двенадцать) месяцев с момента поставки Заказчику. Гарантия качества товара распространяется на все Единицы Оборудования и их конструктивные элементы.

18.3. Мощность турбины при расчетном напоре 93 м и выше не менее 508 МВт.

18.4. Максимальный КПД турбины не менее 96,7% при расчетном напоре нетто  $93 \pm 2$  м, с минимально возможными изменениями величин КПД в эксплуатационном диапазоне. Значение мощности, при котором КПД имеет максимальную величину, должно быть ориентировочно  $430 \div 508$  МВт, и подтверждаться при гарантийных приемо-сдаточных испытаниях.

18.5. Поставщик гарантирует нормальную работу турбины в диапазоне открытия направляющего аппарата  $A_0 = 0 \div 600$  мм, на напорах ниже расчетного  $H_p = 93$  м, при не превышении мощности турбины 508 МВт.

18.6. Кавитационный унос металла с рабочего колеса за 8000 часов эксплуатации не должен превышать 24,5 кг.

18.7. В период гарантийного срока эксплуатации Поставщик осуществляет гарантийное обслуживание поставляемого гидротурбинного оборудования собственными силами и за свой счет по всем случаям, связанным с устранением дефектов в объеме поставки, указанном в настоящем Техническом задании и произошедших по его вине.

Директор дирекции  
по основному производству



Д.И. Боровский

к техническому заданию на проектирование, изготовление и поставку рабочих колес с улучшенными энергетическими, кавитационными и прочностными характеристиками для гидротурбин Красноярской ГЭС

### Задание

на разработку эксплуатационной и расходной характеристики гидроагрегата в составе:  
турбина РО-115/5060-В-750 + генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4

Как правило эксплуатационные и расходные характеристики турбин, представляются производителем в составе формуляров, в которых зависимость мощности и расхода гидротурбины указана от напора нетто.

Для ежедневного планирования режимов работы гидроагрегатов Красноярской ГЭС, учета расходов воды и предоставления системному оператору водно-энергетических расчетов необходимы подтвержденные документально данные по располагаемой мощности и расходам воды в зависимости от фактического напора брутто для гидроагрегата в составе: турбина + генератор.

На основании заводских эксплуатационных характеристик турбины и данных проведенных натурных испытаний гидроагрегатов с новым рабочим колесом выполнить необходимые расчёты и разработать в **графическом** и в **табличном** виде ниже перечисленные характеристики для модернизированного агрегатного блока Красноярской ГЭС (турбина РО-115/5060-В-750 и генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4):

- **эксплуатационная характеристика агрегатного блока для напора брутто** (в табличном виде зависимость располагаемой мощности гидроагрегата от напора брутто представить с шагом 0,5 м по **форме 1**);
- **расходная характеристика агрегатного блока для напора брутто** (в табличном виде зависимость расхода от мощности гидроагрегата и от напора брутто представить с шагом 0,5 м и 50 МВт соответственно в диапазоне мощностей от 0 МВт до 300 МВт и с шагом 0,5 м и 5 МВт в диапазоне мощностей от 300 МВт до 500 МВт по **форме 2**);
- **пояснительную записку к характеристикам** с пояснениями о методике их разработки.

#### Табличные формы характеристик:

#### Форма 1

Эксплуатационная характеристика гидроагрегата  
(турбина РО-115/5060-В-750 + генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4) для напора брутто

Н брутто, М Напор брутто	Н нетто, М Напор нетто	Р <sub>расп</sub> , МВт Располагаемая мощность гидроагрегата	II зона, МВт Интервал зоны нежелательной работы гидроагрегата
X + 0,5			
X + 1,0			

#### Форма 2

Расходная характеристика гидроагрегата  
(турбина РО-115/5060-В-750 + генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4) для напора брутто

Н брутто, М Напор брутто	Н нетто, М Напор нетто	Мощность гидроагрегата, МВт								
		Х.х.	50	100	...	300	305	...	495	500
X + 0,5										
X + 1,0										

Директор дирекции  
по основному производству



Д.И. Боровский

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

на поставку Оборудования и оказания Услуг, Услуг по шеф-монтажу для гидротурбин Красноярской ГЭС

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
<b>1.</b>	<b>ОБОРУДОВАНИЕ, в том числе:</b>	-	-	-	-		-
<b>1.1</b>	<b>Рабочее колесо</b>	-	-	-	-		-
1.1.1	Рабочее колесо №1	к-т	1	1			Август 2026
1.1.2	Рабочее колесо №2	к-т	1	1			Август 2026
1.1.3	Рабочее колесо №3	к-т	1	1			Август 2028
1.1.4	Рабочее колесо №4	к-т	1	1			Август 2028
<b>1.2</b>	<b>Верхнее неподвижное кольцо лабиринтного уплотнения</b>	-	-	-	-		-
1.2.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.2.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.3</b>	<b>Нижнее кольцо направляющего аппарата с нижним лабиринтным уплотнением</b>	-	-	-	-		-
1.3.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.3.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.4</b>	<b>Детали крепления рабочего колеса с валом турбины, верхнего неподвижного кольца лабиринтного уплотнения, нижнего кольца направляющего аппарата</b>	-	-	-	-		-



№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.4.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.4.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.5	Комплект материалов для монтажа (нержавеющие электроды, клей, герметики, РТИ и т.п.)	-	-	-	-		-
1.5.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.5.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.6	Установка упоров лопаток направляющего аппарата	-	-	-	-		-
1.6.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.6.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.7	Клапан впуска воздуха под рабочим колесом	-	-	-	-		-
1.7.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.7.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.8	Клапан сливной Ø 600 из спиральной камеры	-	-	-	-		-
1.8.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.8.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.9	Регулирующее кольцо направляющего аппарата	-	-	-	-		-
1.9.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.9.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.10	Комплект планок опорных для регулирующего кольца в комплекте с крепежными элементами (винт В М16-6х35.23)	-	-	-	-		-

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.10.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.10.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.11</b>	<b>Комплект планок упорных для регулирующего кольца в комплекте с крепежными элементами (винт В М16-6х35,23)</b>	-	-	-	-		-
1.11.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.11.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.12</b>	<b>Комплект втулок рычагов лопаток направляющего аппарата</b>	-	-	-	-		-
1.12.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.12.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.13</b>	<b>Комплект втулок нижних подшипников лопаток направляющего аппарата</b>	-	-	-	-		-
1.13.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.13.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.14</b>	<b>Комплект втулок средних подшипников лопаток направляющего аппарата в комплекте со стопорными винтами</b>	-	-	-	-		-
1.14.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.14.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.15</b>	<b>Комплект втулок верхних подшипников лопаток направляющего аппарата в комплекте со стопорными винтами</b>	-	-	-	-		-
1.15.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.15.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.16</b>	<b>Комплект колец опорных рычагов лопаток направляющего аппарата (черт. 2208777) в комплекте с крепежными элементами (винт В М12-6х30.23)</b>	-	-	-	-		-
1.16.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.16.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.17</b>	<b>Комплект манжет подшипников лопаток направляющего аппарата (с учетом ЗИП)</b>	-	-	-	-		-
1.17.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.17.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.18</b>	<b>Комплект колец уплотнительных верхних корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208776) в комплекте с крепежными элементами</b>	-	-	-	-		-
1.18.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.18.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.19</b>	<b>Комплект колец корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208775) в комплекте с крепежными элементами</b>	-	-	-	-		-
1.19.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.19.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.20</b>	<b>Комплект колец корпусов подшипников лопаток направляющего аппарата (черт. 2208901) в комплекте с крепежными элементами</b>	-	-	-	-		-
1.20.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.20.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.21</b>	<b>Герметизация валопровода</b>	-	-	-	-		-
1.21.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.21.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.22</b>	<b>Опорные тарелки подпятника</b>	-	-	-	-		-
1.22.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.22.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.23</b>	<b>Сегменты подпятника</b>	-	-	-	-		-
1.23.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.23.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.24</b>	<b>Направляющий подшипник турбины в комплекте с крепежными элементами</b>	-	-	-	-		-
1.24.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.24.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.25</b>	<b>Уплотнение подшипника турбины в комплекте с крепежными элементами (черт. А-2061704)</b>	-	-	-	-		-
1.25.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.25.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.26</b>	<b>Вкладыши турбинного подшипника</b>	-	-	-	-		-
1.26.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.26.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.27	Сегменты генераторного подшипника	-	-	-	-	-	-
1.27.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	3			Август 2026
1.27.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.28	Комплект крепежных изделий для соединения крышки турбины со статором	-	-	-	-		-
1.28.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.28.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.29	Комплект крепежных изделий для крышки турбины, направляющего аппарата (стыковой)	-	-	-	-		-
1.29.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.29.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.30	Комплект крепежных изделий для опоры подпятника, крепления сервомоторов к опоре подпятника.	-	-	-	-		-
1.30.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.30.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.31	Комплект крепежных изделий для спаривания вала турбины с ротором генератора	-	-	-	-		-
1.31.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.31.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
1.32	Комплект крепежных изделий для спаривания вал-надаставки с ротором генератора	-	-	-	-		-



№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.32.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.32.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.33</b>	Комплект крепежных изделий для спаривания верхней и нижней частей вал-надставк	-	-	-	-		-
1.33.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.33.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.34</b>	Комплект крепежных изделий крышки вала из 2-х частей (черт. 2060814)	-	-	-	-		-
1.34.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.34.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.35</b>	Клапан аварийного закрытия с блоком управления аварийным золотником	-	-	-	-		-
1.35.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2			Август 2026
1.35.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2			Август 2028
<b>1.36</b>	Приспособление для совместной обработки отверстий во фланцевом соединении вала и рабочего колеса с комплектом инструмента	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
<b>1.37</b>	Комплект специального инструмента для монтажа (по отдельной спецификации)	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
<b>1.38</b>	Приспособление с гайковертами для затяжки крепежа фланцевого соединения вала и рабочего колеса	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
<b>1.39</b>	Приспособление с гайковертами для затяжки крепежа фланцевого соединения вал-надставка	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
<b>1.40</b>	Приспособление для установки гайковерта на вал турбины	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
<b>1.41</b>	Приспособление для измерения удлинения болта фланцевого соединения вала и рабочего колеса	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026



№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
1.42	Приспособление для выпрессовки шпонок рычагов направляющего аппарата	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
1.43	Приспособление для выпрессовки втулок подшипников лопаток направляющего аппарата	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
1.44	Приспособление для запрессовки верхнего торцевого уплотнения лопаток направляющего аппарата	к-т (на ГЭС)	-	1	-		Август 2026
2	<b>УСЛУГИ, в том числе:</b>	-	-	-	-		-
2.1	Проведение CFD-анализа и предоставления отчета о результатах	к-т	-	1			В течение 5 мес. с момента подписания Договора
2.2	Предпроектное обследование существующей проточной части	-	-	-	-		-
2.2.1	Перед заменой рабочего колеса №1	к-т	1	1			Выполняется в сроки, согласованные с Заказчиком в соответствии с графиком вывода основного оборудования в ремонт
2.2.2	Перед заменой рабочего колеса №2	к-т	1	1			
2.2.3	Перед заменой рабочего колеса №3	к-т	1	1			
2.2.4	Перед заменой рабочего колеса №4	к-т	1	1			
2.3	Подготовка и предоставление документации на поставляемое оборудование РО гидротурбины	-	-	-	-	Включено в стоимость п. 1	-
2.3.1	В комплекте с рабочими колесами №1, №2	к-т	1	2	-	-	В соответствии с разделом 17 Приложения №1 к Договору
2.3.2	В комплекте с рабочими колесами №3, №4	к-т	1	2	-	-	

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
2.5	Проведение комплекса натурных испытаний (вибрационных, индексных, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) на существующей гидротурбине	-	-	-	-	-	-
2.5.1	Перед заменой рабочего колеса №1	к-т	1	1			Выполняется в сроки, согласованные с Заказчиком в соответствии с графиком вывода основного оборудования из эксплуатации
2.5.2	Перед заменой рабочего колеса №2	к-т	1	1			
2.5.3	Перед заменой рабочего колеса №3	к-т	1	1			
2.5.4	Перед заменой рабочего колеса №4	к-т	1	1			
2.6	Проведение натурных приемочных испытаний гидроагрегата (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом.	-	-	-	-	-	-
2.6.1	После замены рабочего колеса №1	к-т	1	1			14 дней с момента предоставления Заказчиком агрегата в течение первого года гарантийной эксплуатации
2.6.2	После замены рабочего колеса №2	к-т	1	1			
2.6.3	После замены рабочего колеса №3	к-т	1	1			
2.6.4	После замены рабочего колеса №4	к-т	1	1			
2.7	Проведение натурных приемочных испытаний гидроагрегата (вибрационных, испытаний системы регулирования, определение перестановочных усилий направляющего аппарата, определение осевого усилия, измерение пульсаций давления) с новым рабочим колесом при номинальном напоре.	-	-	-	-	-	-

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
2.7.1	После замены рабочего колеса №1 при достижении номинального напора	к-т	1	1			14 дней с момента представления Заказчиком агрегата
2.7.2	После замены рабочего колеса №2 при достижении номинального напора	к-т	1	1			
2.7.3	После замены рабочего колеса №3 при достижении номинального напора	к-т	1	1			
2.7.4	После замены рабочего колеса №4 при достижении номинального напора	к-т	1	1			
2.8	Проведение обследования радиально-осевой турбины по выполнению кавитационных гарантий	к-т	1	1			По согласованию с Заказчиком, но не позднее завершения первого года гарантийной эксплуатации
2.9	Участие в проведении натурных энергетических (гарантийных) испытаний	к-т	1	1			По согласованию с Заказчиком, но не позднее завершения первого года гарантийной эксплуатации
2.10	Разработка в графическом и в табличном виде эксплуатационной и расходной характеристики агрегатного блока (турбина РО-115/5060-В-750 и генератор СВФ2 1690/185-64 УХЛ4) для напора брутто	к-т	1	1			6 месяцев после проведения Поставщиком натурных испытаний первого гидроагрегата с новым рабочим колесом №1
3	УСЛУГИ ПО ШЕФ-МОНТАЖУ, в том числе:				-	-	-

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на одно рабочее колесо	Кол-во общее	Цена за ед., руб. без НДС (20%)	Сумма, руб. без НДС (20%)	Срок поставки / оказания услуг
3.1	Шеф-монтаж рабочего колеса №1	к-т	1	1			По согласованию с Заказчиком (1 человек, 160 дней на одно РК)
3.2	Шеф-монтаж рабочего колеса №2	к-т	1	1			
3.3	Шеф-монтаж рабочего колеса №3	к-т	1	1			
3.4	Шеф-монтаж рабочего колеса №4	к-т	1	1			
ИТОГО:							
НДС (20%):							
ВСЕГО с НДС:							

В стоимости Оборудования учтены затраты:

- по таре и упаковке Оборудования
- по транспортировке Оборудования от площадки монтажной площадки машинного зала Красноярской ГЭС
- по страхованию Оборудования при транспортировке

ИСПОЛНИТЕЛЬ

ЗАКАЗЧИК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.